

## OPTICAL SWITCH

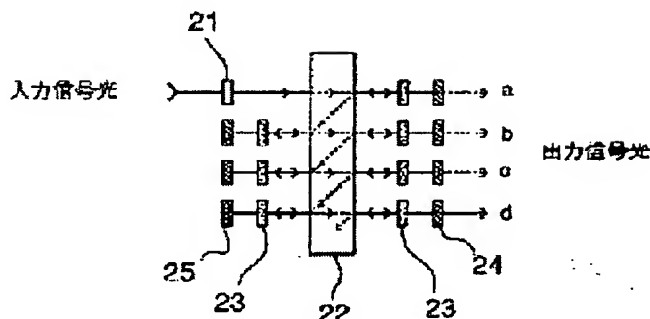
**Patent number:** JP6347836  
**Publication date:** 1994-12-22  
**Inventor:** OKA MASAHICO; OKAMOTO AKIO  
**Applicant:** NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE  
**Classification:**  
- international: **G02F1/13; G02F1/31; H04B10/02; H04B10/28; G02F1/13; G02F1/29; H04B10/02; H04B10/28; (IPC1-7): G02F1/31; G02F1/13; H04B10/02**  
- european:  
**Application number:** JP19930138401 19930610  
**Priority number(s):** JP19930138401 19930610

Report a data error here

### Abstract of JP6347836

**PURPOSE:** To provide a small-sized optical path switching type optical switch capable of attaining a high shift amount by controlling reflection/transmission of a shutter device provided for every output port and allowing a beam to pass several times through the inside of a deflection device of one stage constitution.

**CONSTITUTION:** This switch is provided with a polarizing device 21 making an input signal beam linear polarization, the deflection device 22 provided with a function capable of shifting in parallel the signal beam according to a polarization direction, a 1/4 wavelength plate 23 shifting the phase of the signal beam by  $\pi/2$ , the shutter device 24 capable of reflecting/transmitting the signal beam according to a prescribed control signal and a reflection device 25 deflecting the incident signal beam. Then, the signal beam is outputted to a output port optionally selected from among plural output ports by shifting in parallel the signal beam in multistage in the deflection device 22 of one stage constitution by controlling the polarizing condition of the signal beam and the shutter device 24 using a cholesteric liquid crystal.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-347836

(43) 公開日 平成6年(1994)12月22日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	F I
G02F 1/31		8707-2K
1/13	505	9017-2K
H04B 10/02		9372-5K
		9372-5K
		H04B 9/00
		T
		W

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

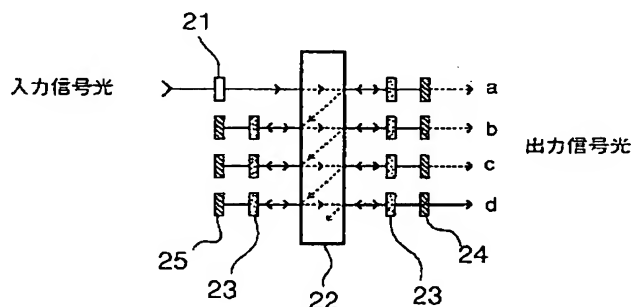
(21) 出願番号	特願平5-138401	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号
(22) 出願日	平成5年(1993)6月10日	(72) 発明者	岡 正彦 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	岡本 章雄 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 谷 義一 (外1名)

(54) 【発明の名称】 光スイッチ

(57) 【要約】

【目的】 小型で高シフト量な可能な光路切替型光スイッチを提供する。

【構成】 光スイッチは信号光を直線偏光にする偏光装置(21)と、信号光を平行シフトさせ得る偏向装置(22)と、円偏光である信号光を印加される電圧に応じて反射させあるいは直進透過させ得るシャッタ装置(24)と、信号光の位相を $\pi/2$ だけ変化させ、直線偏光を円偏光に、あるいは円偏光を直線偏光に変化させる $1/4$ 波長板(23)と、信号光を反射させる反射装置(25)とを具えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 信号光を複数の出力ポートの任意のポートに切替えて出力する光スイッチにおいて、入力した直線偏光信号光をその偏光方向に応じて直進透過しあるいは平行シフトして出力する偏向装置と、該偏向装置からの入力光の位相を  $\pi/2$  変化させて円偏光となす少なくとも 1 個の第 1 の  $1/4$  波長板と、該前記複数の出力ポートのそれぞれに対応して設けられ、第 1 の  $1/4$  波長板からの円偏光入力光を印加される電圧に応じて反射しあるいは対応する前記出力ポートに出力するシャッタ装置と、該シャッタ装置により反射され前記第 1 の  $1/4$  波長板と前記偏向装置とを再び通った信号光の位相を  $\pi/2$  変化させる少なくとも 1 個の第 2 の  $1/4$  波長板と、該第 2 の  $1/4$  波長板からの信号光を反射して再び該第 2 の  $1/4$  波長板を通して前記偏向装置に入力させる少なくとも 1 個の反射装置とを具えたことを特徴とする光スイッチ。

【請求項 2】 入力信号光を直線偏光にして前記偏向装置に入力する偏光装置をさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載の光スイッチ。

【請求項 3】 前記偏向装置は、入力信号光が前記偏向装置の常光線方向と一致するかあるいは直交する直線偏光である場合は、該入力信号光をそのまま通し、該入力信号光がそれ以外の偏光状態の場合には、該入力信号光を前記偏向装置の常光線方向と一致するかあるいは直交する直線偏光とする機能を有することを特徴とする請求項 2 に記載の光スイッチ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光通信、光交換等に適用する光の空間接続において、信号光の光路を切替える光スイッチに関し、特に、光路を平行シフトさせて切替える機能を有する光スイッチに関する。

## 【0002】

【従来の技術】光の非干渉性、並列性を利用して光の空間接続を実現する光情報処理、光交換においては、光のスイッチングは、重要な基本技術の一つである。光スイッチングに要求される機能としては、信号光の透過、遮断を制御するシャッタ機能とともに、光の進行方向を制御する光偏向技術、すなわち光路切替変更機能が挙げられる。光路切替技術における光路の切替えには、信号光の出力角度を変化させる、あるいは光路を平行シフトさせる等があり、システム構成によって選択される。

【0003】信号光の出力角度を変える方式としては、音響光学効果を用いた方式等が知られている。音響光学効果は、音響光学媒体内で超音波が作る周期的屈折率分布とその分布による光の回折現象に基づいており、音響光学媒体に印加する超音波の周波数を変化させることにより、出力光の出射角度を変えることができる。しかし、この方式では、超音波を発生する駆動系が大きく高

価になる、マトリクス化が難しい等欠点があった。

【0004】また、デバイス中に反射ミラーなどを形成し、このミラーを回転させることにより、信号光の出射角を変化させる機械的な方法も検討されているが、微小ミラー作成の困難さ、回転駆動部の信頼性等の点で問題がある。

【0005】一方、光路を平行シフトさせる技術としては電気光学効果によるものが知られている。電気光学効果による偏向は、電気光学スイッチと複屈折プリズム、あるいはミラー等を組み合わせることにより実現される。ここで電気光学スイッチとは、液晶、あるいはセラミックなどを用いて、電気入力により、光の強度、角度、偏光方向などを変調するデバイスであり、いわゆる空間光変調器なども含まれる。電気光学偏向では、この電気光学スイッチにより信号光の偏光方向を変化させる。後段の複屈折プリズムはその複屈折作用により入力光を常光線、異常光線に分離することができ、この常光線、異常光線は、複屈折プリズムを形成する材料のリタレーション値で可変な量だけ光路がずれることになる。そこで、直線偏光である信号光の偏光面を複屈折プリズムに対する常光線、あるいは異常光線に対応させ、電気光学スイッチによって信号光の偏光方向を  $\pi/2$  回転させることで、常光線、異常光線を切替えることにより、光路シフト、すなわち光路変更が可能となる。このように、電気光学偏向とは、例えば方解石などの複屈折性の材料を用いることにより、複屈折分だけ光路をシフトする方式である。

【0006】電気光学効果を用いた方式としては、例えば、“特開平 3 - 7 9 1 6 号公報”に述べられているような構成が知られている。従来のこれらの方式においては、電気光学スイッチとしては、液晶スイッチを用い、複屈折材料としては方解石を用いていることが多い。

【0007】図 9 に方解石等の複屈折性結晶を用いた従来の光スイッチの構成例を示す。以下、複屈折性結晶の例として方解石で説明する。図 9 では方解石 11 中の常光線を実線、異常光線を点線で示している。図 9 において、入力信号光は、方解石の常光線方向と一致するかあるいは直交した直線偏光である。偏光回転装置 12 は、入力する信号光の偏光方向を、 $90^\circ$  回転させ得る機能を有する。各段での信号光は、偏光回転装置 12 により、後段に配置される方解石 11 に対する常光線あるいは異常光線に設定され、常光線、異常光線に応じて、図中の経路をたどることになる。各段の偏光回転装置 12 の偏光回転機能を制御することにより、出力ポート “a” ~ “d” のいずれかを選択して出力信号光を取り出すことが可能になる。このような構成では、信号光が 1 回平行シフトするために 1 段の方解石が必要になり、出力ポートの数の増加に対して多数段の方解石が必要になる。また、出力ポート間の間隔を大きくとるためには、方解石の厚さを大きくする必要があり、これもま

た、装置全体の大型化、高価格化につながるようになる。

#### 【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記方解石などの複屈折性結晶を用いた光スイッチにおいて、方解石等を多段に用いることなく、1段構成で、多方向への出力を可能にする構成を提供するものである。

【 0 0 0 9 】このような電気光学効果を用いた方式は、電気光学スイッチの構成によっては、高速動作、低消費電力等が可能であるが、光路のシフト量は、複屈折材料のリタデーション値によって決定される。一般的に光学材料の複屈折性は小さく、大きな光路シフト量を得るためには厚い複屈折材料が必要になるため実装体積が大きくなり、また、方解石などの材料費が高価になる等の欠点があった。

【 0 0 1 0 】本発明は方解石のような複屈折材料を用いたシステムにおける上述の問題点を解決するためになされたもので、小型で高シフト量可能な光路切替型光スイッチを提供することを目的としている。

#### 【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】本発明は、この目的を達成するために、信号光を複数の出力ポートの任意のポートに切替えて出力する光スイッチにおいて、入力した直線偏光信号光をその偏光方向に応じて直進透過しあるいは平行シフトして出力する偏向装置と、該偏向装置からの入力光の位相を $\pi/2$ 変化させて円偏光となす少なくとも1個の第1の $1/4$ 波長板と、該前記複数の出力ポートのそれぞれに対応して設けられ、第1の $1/4$ 波長板からの円偏光入力光を印加される電圧に応じて反射しあるいは対応する前記出力ポートに出力するシャッタ装置と、該シャッタ装置により反射され前記第1の $1/4$ 波長板と前記偏向装置とを再び通った信号光の位相を $\pi/2$ 変化させる少なくとも1個の第2の $1/4$ 波長板と、該第2の $1/4$ 波長板からの信号光を反射して再び該第2の $1/4$ 波長板を通して前記偏向装置に入力させる少なくとも1個の反射装置とを具えたことを特徴とする。

#### 【 0 0 1 2 】

【作用】本発明による光路切替装置においては、信号光の偏光状態を制御することと、コレステリック液晶を用いたシャッタ装置との制御とにより、1段構成の偏向装置において信号光を多段に平行シフトさせることで、複数の出力ポートから任意に選択した出力ポートへの信号光の出力を可能にする。

#### 【 0 0 1 3 】

【実施例】以下、図を用いて本発明による光スイッチを説明する。

$$l = t \cdot (n_o^2 - n_e^2) \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta / (n_o^2 \cdot \cos^2 \theta + n_e^2 \cdot \sin^2 \theta) \quad \dots (1)$$

ここで、 $l$ はシフト量であり、 $n_o$ は常光線屈折率、 $n_e$ は異常光線屈折率である。出力ポートのピッチはこの

【 0 0 1 4 】図1に、本発明による光スイッチの構成の概略を示す。

【 0 0 1 5 】本発明による光スイッチは、入力信号光を直線偏光にする偏光装置21と、偏光方向に応じて信号光を平行シフトさせ得る機能を有する偏向装置22と、信号光の位相を $\pi/2$ シフトする $1/4$ 波長板23と、所定の制御信号に応じて、信号光を反射あるいは透過し得るシャッタ装置24と、入射する信号光を反射する反射装置25とから構成される。

【 0 0 1 6 】本発明による光スイッチの実現機能とは、図1において、所定の制御信号により各出力ポート“a”～“d”に対応するシャッタ装置24の反射、透過の機能を切替え、入力信号光を所定の段数だけシフトさせることにより所定の出力位置、例えば、図1における出力ポート“a”～“d”のいずれかに出力信号光として出力させることを可能とすることである。

【 0 0 1 7 】以下、図2を用いて本発明による光スイッチの機能を詳述する。

【 0 0 1 8 】図2は、図1における光路切替機能の2段分を示した図である。

【 0 0 1 9 】図2において、入力信号光から連なる線は光路を示す。光路の上を示す左右方向の矢印は信号光の進路方向を示し、この進路方向を示す矢印と直交あるいは斜めに交わる矢印は直線偏光である信号光の偏光方向を示している。例えば、図中、上下の矢印は紙面上下方向の偏光方向を示し、斜め方向の矢印は前記上下方向の矢印と直交し、紙面垂直方向の偏光を示しているものとする。また、進路方向を示す矢印を回る矢印は円偏光である信号光の旋光方向を示している。

【 0 0 2 0 】まず、各構成要素の機能について説明する。

【 0 0 2 1 】偏向装置32は入力信号光の偏光方向によって、そのまま直進して透過するか、あるいは一定量平行シフトしてから透過させる機能を有する。このような機能は、方解石などの複屈折性を示す1軸性結晶を用い、両表面を平行とした複屈折板で実現できる。複屈折板では、常光線となるように直線偏光を入力すると、複屈折板内を直進し、異常光線となるような入力直線偏光は、結晶構造から決まる方向へ一定量平行シフトして出力することになる。

【 0 0 2 2 】例えば、厚さが $t$ で、境界面の法線が光学軸と $\theta$ をなす方解石からなる平行平板を考えると、垂直入射光が異常光線の場合、以下の式で決まる量だけ平行シフトすることが知られている（例えば、鶴田匡夫著：応用光学II，p. 156，培風館発行）。

#### 【 0 0 2 3 】

【数1】

偏向装置のシフト量の整数倍になるため、出力ポートに要求されるピッチに従って、方解石等の厚さを決定する

必要がある。

【0024】偏向装置32としては、上記方解石に限らず、ルチル等の光学結晶、あるいは液晶等複屈折性材料を用いて構成することが可能である。

【0025】シャッタ装置(34、38)は制御信号がOFF(ON)の場合には入力光を反射し、制御信号がON(OFF)の場合には入力光を透過する機能を有する。このような機能は、コレステリック液晶を用いた液晶セルにより実現できる。コレステリック液晶はプレーナ構造においてヘリカル構造をとり、ヘリカルの向きと同じ回転方向の円偏光を反射する機能をもつことが知られている。(例えば、松本正一著：「液晶の最新技術」, p28, 工業調査会発行)。その場合、最も効率よく反射する光の波長は、

【0026】

【数2】

$$\lambda = n \cdot p \quad \dots (2)$$

$\lambda$ は光の波長、 $n$ はヘリカル軸に直交する平面内の液晶の平均屈折率、 $p$ はヘリカルピッチである。そこで、信号光波長が(2)式の $\lambda$ を満たすように、 $n$ および $p$ を選択することにより右旋光あるいは左旋光円偏光である信号光を反射することが可能となる。一方、コレステリック液晶の誘電率異方性が正の場合、電圧の印加によりコレステリック相からネマティック相への相転移を起こすために、入力光を透過するようになる。そこで、コレステリック液晶セルへの電圧印加を制御することにより、信号光の反射/透過を制御することが可能になり、本発明に係るシャッタ装置が実現できる。

【0027】図3に本発明に係るシャッタ装置の概略図を示す。図3において、コレステリック液晶41は信号光の波長に比べて充分大きなセル厚を有する液晶セル中に保持されている。液晶セルは2枚の透明基板45から構成されその間にコレステリック液晶41を保持し、周囲をシール材44で封止してある。透明基板上には、所定の形状にパタニングされた透明電極42が形成され、その上に、コレステリック液晶41を配向させる配向膜43が形成される。コレステリック液晶41は、配向膜43によってホモジニアス配向され、透明電極45の間でヘリカル構造を形成する。ここで、コレステリック液晶41としてはその誘電率異方性が正の物を用いることとする。前述したように、コレステリック液晶はプレーナ構造においてヘリカル構造を形成し、そのらせんの回転方向と同じ旋光方向を有する円偏光を反射する特性をもっている。図3において、例えば、コレステリック液晶41が光軸に対して右回転のらせんを形成しているとすると、入力光が右旋光の円偏光である場合には反射され反射光となる。

【0028】液晶セルの両側電極に電圧を印加しない状態では、前述したようにコレステリック液晶はヘリカル構造を有しているため、反射モードとなる。一方、液晶

セルに対して液晶セル構造、液晶物性値等から定まる閾値電圧以上の電圧を印加した場合には、コレステリック液晶のヘリカル構造はほどけてネマティック相に転移するため、入射光に対して透過モードとなる。このように、コレステリック液晶を用いたシャッタ装置により、入射光に対する反射モード、透過モードを切替えることが可能になり、本発明に係るシャッタ装置が実現できる。

【0029】また、前述したコレステリック液晶は誘電率異方性が正の物を用いていたが、コレステリック液晶をホメオトロピック配向させた場合には、誘電率異方性が負の物を用いることで、同様の効果が期待できる。この場合には、閾値電圧以上の電圧印加によってヘリカル構造を形成するため、電圧無印加で透過モード、電圧印加で反射モードとなる。

【0030】図2における1/4波長板(33、35、37)は複屈折をもつ光学結晶などで構成される。本発明においては、信号光の位相を $\pi/2$ シフトする機能を持てば、例えば、液晶材料を用いて構成する等、その構成、材料は問わない。

【0031】反射装置36としては、信号光波長に対して高効率反射で拡散しないものが望ましい。多層膜全反射板などが望ましいが、例えば、シャッタ装置と同様の構成でコレステリック液晶を用いた構成も可能であり、その構成、材料は問わない。

【0032】偏光装置31は入力信号光が偏向装置32の常光線方向と一致するかあるいは直交する直線偏光である場合は入力信号光をそのまま通し、入力信号光がそれ以外の偏光状態の場合には、入力信号光を偏向装置32の常光線方向と一致するかあるいは直交する直線偏光とする機能を有する。このような偏光装置は、複屈折性結晶を用いたプリズム系の偏光子などの高消光比の偏光子を用いることで実現できる。また、一般に広く用いられるヨウ素系あるいは色素系など2色性材料を用いた偏光子(いわゆる偏光板)などで実現することも可能である。いずれの場合も、偏光子の偏光方向は前述したように偏向装置の常光線方向と一致するかあるいは直交するように配置する。

【0033】図2を用いて、本発明による光スイッチの動作を説明する。

【0034】いま、入力信号光が偏光装置31によって図2に示す縦方向の直線偏光とされ、この偏光方向が偏向装置の常光線方向となる場合を考える。この場合は、信号光(1)は偏向装置32内をそのまま直進して出力される(2)。信号光(2)は、続いて1/4波長板33により、円偏光に変換され(3)、シャッタ装置34に入力する。ここで、1/4波長板33により変換された円偏光が、シャッタ装置34が反射モードである場合の反射旋光と同じ回転方向となるように1/4波長板の特性を選択する。本発明でのシャッタ装置34は、前述

したように外部制御信号により、円偏光信号光の反射／透過機能を選択することが可能である。そこで、まず出力ポート“a”に信号光を出力したい場合には、シャッタ装置 3 4 を透過モードにすることで、信号光を出力ポート“a”に出力することが可能になる。出力ポート“b”に信号光を出力する場合には、まず、シャッタ装置 3 4 を反射モードにする。この場合、信号光はシャッタ装置 3 4 で反射され(4)、再び 1/4 波長板 3 3 を透過して直線偏光となる(5)。この直線偏光は、図中、斜め線で示され縦方向の偏光と直交する横方向の直線偏光であり、偏向装置 3 2 の異常光線となるため、一定量平行シフトして出力されることになる(6)。この信号光は、1/4 波長板 3 5 を通った後(7)、反射装置 3 6 で反射され(8)、再び 1/4 波長板 3 5 を通り、偏光方向を 90° で回転させて(9)、今度は偏向装置 3 2 を直進する。偏向装置 3 2 を通った信号光(10)は、1/4 波長板 3 7 を通って再び円偏光になり、シャッタ装置 3 8 に入力する(11)。ここで、シャッタ装置 3 8 を透過モードに設定すると、信号光は、シャッタ装置 3 8 を通って出力ポート“b”に出力されることになる。

【0035】以下同様に、後段の出力ポートに信号光を出力したい場合には、その前段までのシャッタ装置を反射モードに設定しておき、所望の出力ポートに関わるシャッタ装置を透過モードに設定することにより信号光の出力が可能になる。

【0036】このように、本発明の光スイッチでは、出力ポートごとに設けたシャッタ装置の反射／透過を制御することにより、1 段構成の偏向装置内を複数回通すことが可能になり、距離の離れた所望の出力ポートに信号光を出力することが可能になる。

【0037】本発明の構成により、偏向装置自体の平行シフト量が小さくても、偏向装置内を多数回繰り返し通することで平行シフト量を増大することを可能にし、従来の装置構成の多段構成が 1 段構成で実現可能になる。そのため、装置の小型化が実現できることになる。

【0038】なお、図 2 において、偏光装置 3 1 により、入力信号光の偏光方向を、偏向装置 3 2 の常光線方向に合わせたが、入力信号光が最初から偏向装置の常光線方向の直線偏光である場合には、偏光装置 3 1 はなくてもよい。偏光装置 3 1 により、入力信号の偏光方向を偏向装置 3 2 の常光線方向と直交させた場合には、最初の偏向装置 3 2 への入力が異常光線になるため、図 2 におけるシフト方向とは逆側に平行シフトするが、それ以降の段においてシフト方向を逆側に設定して各構成要素を配置すれば良く、構成上特に差はない。

【0039】また、偏光装置 3 1 に、偏光方向を 90° 回転し得る偏光回転機能を付加することにより、図 2 における上下方向への展開も可能になる。このような偏光回転機能は、例えば、ねじれネマティック(TN)モー

ドの液晶デバイスを用いて実現することができる。この TN モードの液晶デバイスでは、デバイスへの電圧の印加の有無により液晶分子の向きを制御し、これにより入力した直線偏光の偏光方向を回転させたり、あるいは回転させずにそのまま直進させたりすることが可能であることが知られている(例えば、「液晶・応用編」岡野光治著：p. 16, 培風館発行)。この液晶デバイスを前述の偏光装置 3 1 の例、例えばプリズム偏光子の後段に配置し、液晶デバイスの回転角を 90° とすることで偏光回転機能を持つ偏光装置が実現できる。

【0040】図 4 に、偏光装置に偏光回転機能を付加した偏光回転装置 5 1 を設けた場合の概略を示す。5 2 は偏向装置、5 3 は 1/4 波長板、5 4 はシャッタ装置、5 5 は反射装置である。偏光回転装置 5 1 で、入力信号光の偏光方向を 90° 回転させるか否かにより、信号光を上下方向に展開することが可能になる。例えば、入力信号光を偏光回転装置 5 1 により偏向装置 5 2 の常光線となるようにした場合は図 4 において信号光は偏向装置 5 2 内を直進し、上述した動作により、出力ポート“d”～“g”のいずれかに出力される。一方、偏光回転装置の機能により、偏向装置 5 2 へ入力する信号光の偏光方向を 90° 回転させると、この信号光は偏向装置 5 2 にとって異常光線となり、図 4 において偏向装置 5 2 内を上方向にシフトすることになり、出力ポート“a”～“c”のいずれかに出力されることになる。このように、偏光回転装置 5 1 が偏光回転機能を持つことにより、信号光を上下方向に展開することが可能になり、出力ポート数の増加、損失の低下等の長所をもたせることができる。

【0041】以下、本発明の実現構成を実施例により説明する。

【0042】〔実施例 1〕図 5 は、入力信号光が 1 本の場合の光路切替型光スイッチを示す概略斜視図である。図 5 では出力ポートの数が 7 段構成の例を示している。6 1 は偏光装置、6 2 は偏向装置であり、偏向装置 6 2 の両側の 1/4 波長板 6 3 および反射装置 6 5 はそれぞれ 1 枚であり、装置構成上、1/4 波長板および反射装置を個別に構成するよりよい。出力ポート“a”～“g”各々に対応して設けたシャッタ装置 6 4 (6 4 a ～ 6 4 g) の反射／透過の切替えにより所望の出力ポートへの信号光出力が可能になる。また、偏向装置 6 2 でのシフト量が大きくできない場合にはシャッタ装置 6 4 を複数段反射モードに固定しておき、所望のシフト量を得た後に出力ポートを設けることも可能である。

【0043】図 5 では、1 方向へのシフトを示したが、図 4 に示したように、偏光装置 6 1 に偏光回転機能を付加することにより、上下方向へのシフトが可能になることも言うまでもない。なお、以下の実施例 2、3 においても同様である。

【0044】〔実施例 2〕図 6 は、1 次元配列の複数本

の信号光を一括で切替える光路切替型光スイッチの概略斜視図である。71は偏光装置、72は偏向装置、73は1/4波長板、75は反射装置である。図6において、シャッタ装置74(74a1~74a6, ..., 74g1~74g6)の横1列で同時に反射/透過を切替える構成とすることにより、複数ビットの並列データを一括して切替えることが可能になる。

【0045】【実施例3】図6におけるシャッタ装置74の横1列の各々を独立に制御する、すなわち、シャッタ装置74(74a1~74g6)を2次元的に独立に制御すると、並列データのビットシャッフルが可能になる。図7は、2次元的なデータシフトの例を示した図である。シャッタ装置74a1~74f5を独立に制御してX方向の並列データをビットごとに独立にシフトすることにより、Y方向へのシャッフルが可能になる。図7においてY方向に集線することにより、シャッフルした1次元データを得ることができる。

【0046】図8は、本発明による光スイッチを2段構成にすることにより、2次元方向、すなわち、X方向、Y方向への独立した平行シフトを行い、1次元データへ集線する例を示した図である。このような構成により、1段目シフタS1で個別のY方向シフトを行い、さらに2段目シフタS2で個別のX方向シフトを行って、例えば、図示したように、“a-b-c-d”のデータを“a-c-d-b”のデータに変換することが可能になる。

【0047】なお、上記説明してきた実施例においては、出力信号光が全て円偏光になるが、直線偏光が必要な場合には、シャッタ装置の後段に1/4波長板、偏光板等必要な光学部品を設ければよいことは言うまでもない。

【0048】また、これまでの説明は主として空間接続に関わる光スイッチについて説明してきたが、入力信号光の出射媒体、光ファイバ、光導波路、あるいはLED等の発光モジュールに制限するものではなく、また、出力信号光の入射媒体も空間光ビームのみならず、光ファイバ、光導波路、あるいはPD等の受光素子モジュールに制限するものではない。さらに、各構成要素をリジッドに形成することで固定配線系に関わる光スイッチモジュールとすることも可能であり、いずれも本発明による光スイッチの実現形態を制限するものではない。

【0049】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光路切替型光スイッチでは、特に機械的な可動部分を設ける必要がなく、方解石等からなる偏向装置が基本的に1段構成で多方向への出力信号光の平行シフトが可能になるために、光スイッチの小型化、低価格化が可能となり、光スイッチ実現においてその効果は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構成の概略を示した図である。

【図2】2段分の光路切替えに関わる構成の模式図である。

【図3】シャッタ装置の概略を示す断面図である。

【図4】上下方向に展開した場合の構成の概略を示した図である。

【図5】入力信号光が1本の場合の光スイッチを示す概略斜視図である。

【図6】1次元配列の複数本の信号光を一括で切替える光スイッチの概略斜視図である。

【図7】図6の構成における信号光のシフト状態の例を示した図である。

【図8】2段構成による2次元方向への平行シフトを実現する構成を示した概略図である。

【図9】従来の光路切替型光シャッタの構成例を示した図である。

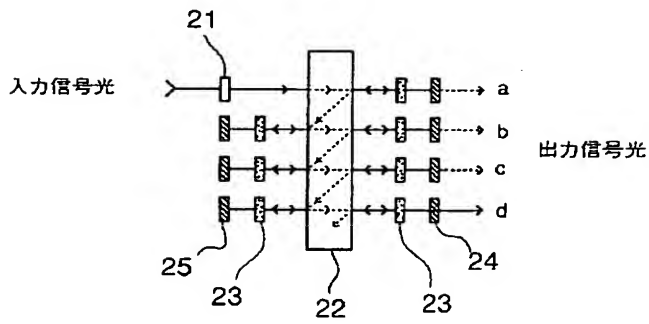
【符号の説明】

- 11 方解石
- 12 偏光回転装置
- 21 偏光装置
- 22 偏向装置
- 23 1/4波長板
- 24 シャッタ装置
- 25 反射装置
- 31 偏光装置
- 32 偏向装置
- 33 1/4波長板
- 34 シャッタ装置
- 35 1/4波長板
- 36 反射装置
- 37 1/4波長板
- 38 シャッタ装置
- 41 コレステリック液晶
- 42 透明電極
- 43 配向膜
- 44 シール材
- 45 透明基板
- 51 偏光回転装置
- 52 偏向装置
- 53 1/4波長板
- 54 シャッタ装置
- 55 反射装置
- 61 偏光装置
- 62 偏向装置
- 63 1/4波長板
- 64 シャッタ装置
- 65 反射装置
- 71 偏光装置
- 72 偏向装置
- 73 1/4波長板
- 74 シャッタ装置

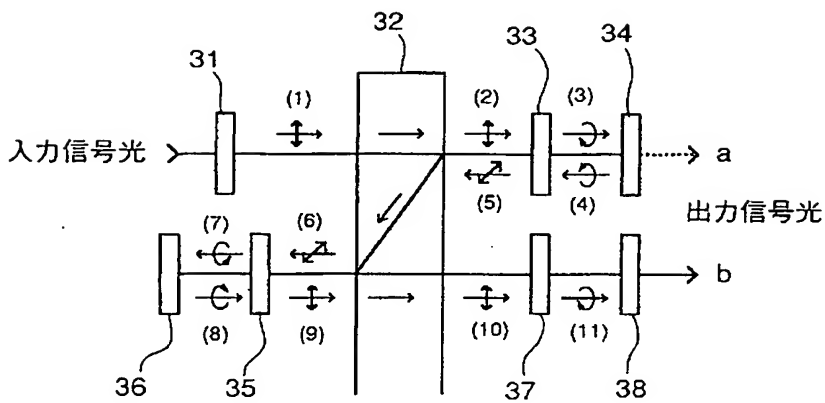
## 7 5 反射装置

11

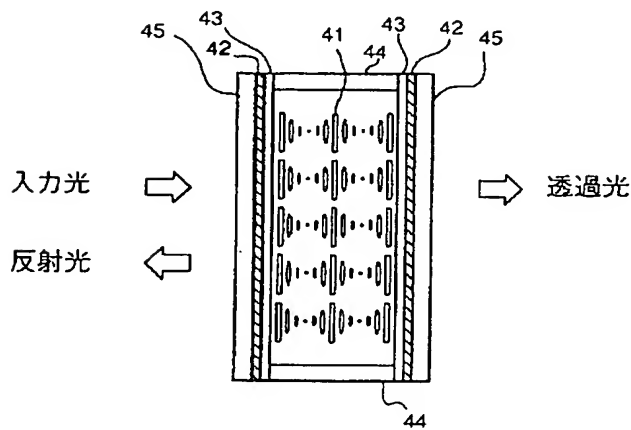
【図 1】



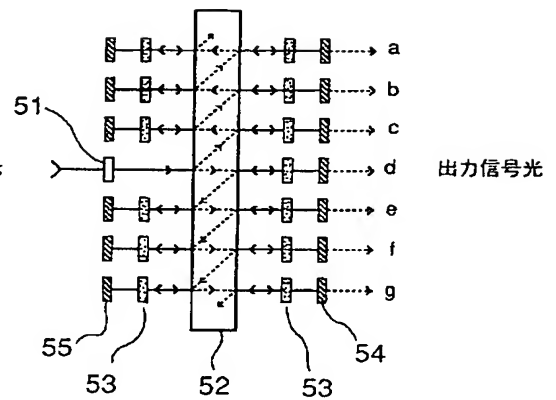
【図 2】



【図 3】

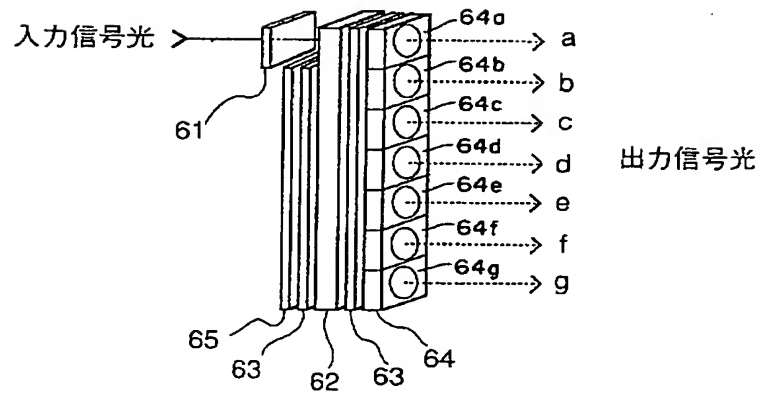


【図 4】

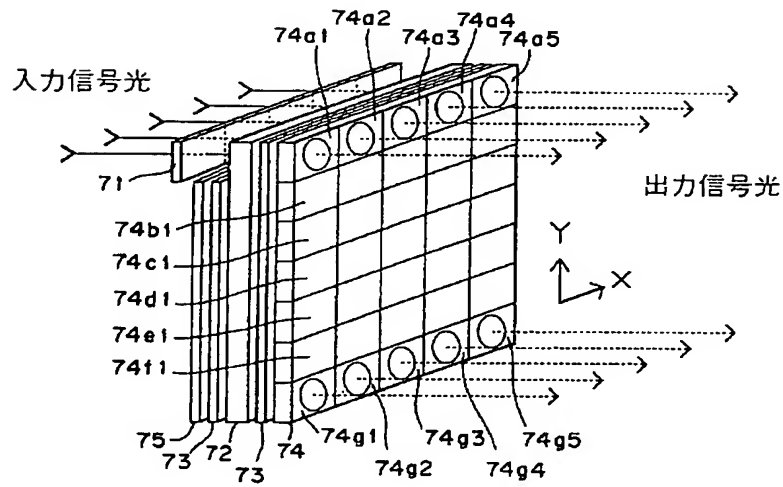




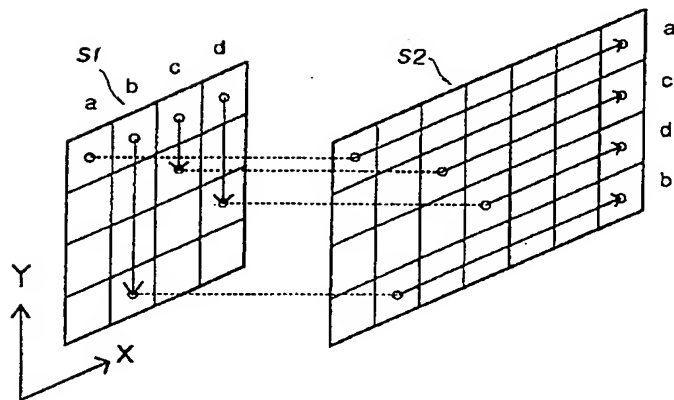
【図 5】



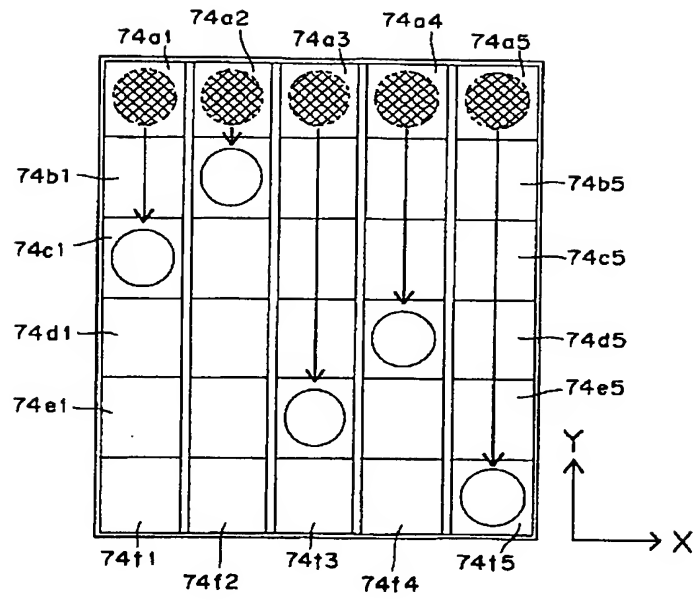
【図 6】



【図8】



【図 7】



【図 9】

